

INFORMATION REPORT

INFORMATION REPORT

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

50X1-HUM  
50X1-HUM

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

CONFIDENTIAL

50X1-HUM

COUNTRY	USSR	REPORT	
SUBJECT	Oxidation of Phenol in a Field of Ultrasonic Waves	DATE DISTR.	4 May 64
		NO. PAGES	2
		REFERENCES	
DATE OF INFO.			
PLACE & DATE ACQ.			

50X1-HUM

50X1-HUM

THIS IS UNEVALUATED INFORMATION

[Redacted]

[Redacted] a photostatic copy of a seven page translation of [Redacted]  
"Oxidation of Phenol in a Field of Ultrasonic Waves", by Yu Yu Lur'ye, P F Kandzas, and A A Mokina, from the Zhurnal Fizicheskoy Khimii (Journal of Physical Chemistry), Volume XXXVI, No 12, 1962, pp 2616-2620. [UNCLASSIFIED]

[Redacted]

5  
4  
3  
2  
1

50X1-HUM  
50X1-HUM

CONFIDENTIAL

50X1-HUM

GROUP 1  
Excluded from automatic  
downgrading and  
declassification

STATE	ARMY	NAVY	AIR	FBI	AEC					50X1-HUM
-------	------	------	-----	-----	-----	--	--	--	--	----------

**Page Denied**

Next 1 Page(s) In Document Denied

Zhurnal Fizicheskoy Khimii (Journal of  
Physical Chemistry), Vol XXXVI, No. 12,  
1962, pp. 2616-2620

## OXIDATION OF PHENOL IN A FIELD OF ULTRASONIC WAVES

Yu. Yu. Lur'ye, P. F. Kandzas, and A. A. Mokina

The methods used for purifying any types of sewer waters of industrial enterprises are frequently unprofitable. This gives rise to the necessity of seeking new methods of purification.

It is expedient to test the use of ultrasonic vibrations in the field of the purification of industrial sewer waters.

The influence of ultrasonic vibrations on aqueous solutions of phenol has been studied [1]; however, no complete analysis of its decomposition products has been performed.

In our investigations we used an ultrasonic setup consisting of a high frequency tube generator with a power of 1500 watts and an ultrasonic vessel with a piezoquartz emitter. The vibrational frequency was 800 kilocycles per second. Aqueous solutions of phenol with concentrations of 25-300 mg/liter were subjected to the action of ultrasonic vibrations under various physical conditions of the experiment. To maintain the necessary pH, we added buffer solutions, the stability of which to the action of vibrations was preliminarily checked.

It is known that the action of ultrasonic vibrations on water containing dissolved air leads to the formation in it of nitrous and nitric acids [2, 3]. Although the concentration of these acids is relatively low even after prolonged influence of the vibrations, however, nitration products may form, since, according to the data of [4], when water saturated with benzene is "sonicated", nitrobenzene is formed in it. The process of nitration of phenol should be promoted by the nitrous acid formed, the catalytic action of which has been demonstrated [5]. It is known [1] that incorporation of the OH-group into the benzene ring is observed during sonication, resulting in the formation of phenol. Hence it was natural to expect that the action of ultrasonic vibrations on an aqueous solution of phenol might lead to the formation of polyatomic phenols.

The first investigations showed that the oxidation of phenol occurs during sonication, leading to the formation of pyrocatechol, pyrogallol, and traces of hydroquinone. Resorcinol was not detected. It was also established that small amounts of mononitrophenols are formed in strongly

acid medium.

Preliminary experiments on the quantitative determination of the oxidation products of phenol showed that the material balance is far from 100%. We were able to determine only 85.22 mg/liter in an average for two experiments, converted to phenol, with its initial concentration in solution of 96 mg/liter, which came to 88.75%.

We assumed the possibility of the formation of subsequent oxidation products as well -- quinones and unsaturated acids, the partial purging of phenol from solution [6], and the formation of formaldehyde, which was detected in [1]. Experiments on the action of ultrasonic vibrations both on aqueous solutions of phenol and on its primary oxidation products showed the following.

After only 15-20 min of sonication at an intensity of 4 watts/cm<sup>2</sup> (volume 400 ml) of a solution of hydroquinone in 25 mg/liter concentration, the golden-yellow color characteristic of a freshly prepared solution of p-quinone was observed. The qualitative reaction [7] showed its presence. The concentration of p-quinone in solution after an hour of the action of ultrasonic vibrations was 4.7 mg/liter. Sonication of a solution of pyrocatechol of the same concentration under these conditions also led to its rather rapid oxidation. Its residual content was 11 mg/liter, which corresponds to 56% oxidation. Moreover, we determined 6.05 mg/liter of o-quinone. In the investigation of a phenol solution with concentration 48 mg/liter (volume 400 ml), sonicated for 1 hour at an intensity of 4 watts/cm<sup>2</sup>, we found a small amount of o-quinone, traces of p-quinone, and formaldehyde. After prolonged exposure of a concentrated pyrocatechol solution in an ultrasonic field, we succeeded in obtaining crystals of muconic acid. To establish the purgibility of phenol, we conducted an experiment in a closed vessel, the outlet from the upper part of which was submerged in an absorbing solution. 0.1N NaOH was used as the latter. The investigations showed that under the influence of ultrasonic vibrations negligible purging of phenol occurs; its concentration in the absorbing solution was 0.34 mg/liter after 45 min. A solution of phenol with a concentration of 96 mg/liter was sonicated at an intensity of 4 watts/cm<sup>2</sup>; the solution volume was 350 ml. The results of a quantitative determination of the oxidation products of phenol are presented in Table 1, from which we can see that the total amount of substances, converted to phenol, without considering the oxidation products of pyrogallol and the quinones, was 91.78 mg/liter, or 95.5% of the initial phenol.

The curves of Fig. 1 illustrate the kinetics of the process of phenol oxidation, in which the primary oxidation products -- polyatomic phenols -- undergo further transformations.

While the phenol concentration decreases continuously with increasing duration of the sonication, the amount of polyatomic phenols increases only during the first period, and drops after reaching a maximum. At the same time, a gradual increase is observed in the o-quinone concentration. Under the more prolonged action of ultrasonic vibrations, the curve of the variation of the o-quinone concentration probably takes a form analogous to the curves of polyatomic phenols.

Table 1\*


---

\* Average data from two experiments are cited. Sonication was performed in a closed vessel.

## Key to Table 1:

1. Volume of sonicated solution, ml
2. Intensity of sounds, watts/cm<sup>2</sup>
3. Duration of sonication, min
4. Initial phenol concentration, mg/liter
5. Determined after sonication, mg/liter
6. Converted to phenol, mg/liter
7. Phenol
8. Pyrocatechol
9. Pyrogallol
10. o-quinone
11. p-quinone
12. Formaldehyde
13. Pyrocatechol
14. Pyrogallol
15. o-quinone
16. Total calculated on the basis of phenol, mg/liter
17. Percent of initial phenol
18. Traces

In order to determine the optimum conditions of the oxidation of phenol, we studied the influence of the medium, initial phenol concentration, intensity of the vibrations, and duration of sonication on the process. The decomposition of phenol is independent of the reaction medium within a broad range of pH values. When the pH varies in the range 3-9, practically the same oxidation effect is obtained. Only in a strongly alkaline medium is any significant deceleration of the process observed. An analogous picture was observed in experiments on the oxidation of phenol by the oxygen of the air [8].

Fig. 1. Variation of the concentration of phenol and the basic products of its oxidation during the process of sonication:

1 -- phenol; 2 -- pyrocatechol; 3 -- pyrogallol; 4 -- o-quinone; volume 400 ml, intensity of ultrasound 6 watts/cm<sup>2</sup>.  
Key: 1) c, mg/liter; 2) t, hrs.

Fig. 2. Dependence of the process of oxidation on the concentration of phenol in solution. Volume of solution 400 ml, intensity of ultrasound 4 watts/cm<sup>2</sup>, duration of sonication 30 min.

Key: 1) amount of oxidized phenol, mg/liter; 2) c, mg/liter.

We can see from Fig. 2 that under the same physical conditions of the experiment, the amount of oxidized phenol increases with increasing phenol concentration up to a definite limit (~300-500 mg/liter). A further increase in it exerts no effect on the rate of the process. The curves of Fig. 3 show that as the vibrational intensity is increased, the

oxidation increases. Although in a 2-hour period of action of vibrations on a phenol solution with a concentration of 48 mg/liter at an intensity of 7 watts/cm<sup>2</sup>, 93.1% was oxidized, at an intensity of 4 watts/cm<sup>2</sup> during this same period only 73.6% of the phenol was oxidized. As the phenol content in the solution is reduced, the rate of the decomposition process drops. Small amounts of phenol, remaining in solution after prolonged influence of vibrations, are oxidized with considerably greater difficulty.

Fig. 3. Dependence of the process of oxidation of phenol on the duration of sonication at various intensities:  
1 -- 4 watts/cm<sup>2</sup>; 2 -- 6 watts/cm<sup>2</sup>; 3 -- 7 watts/cm<sup>2</sup>;  
phenol concentration in solution 48 mg/liter, solution volume 400 ml.  
Key: 1) oxidized phenol, %; 2) t, hrs.

To obtain a general idea of the influence of ultrasonic vibrations on the simplest aromatic hydrocarbons, we supplemented our investigation with a small number of experiments in which an aqueous solution of benzene was subjected to the action of ultrasound. As we can see from the data presented in Table 2, in addition to formaldehyde, we also determined phenol, pyrogallol, and pyrocatechol in considerable amounts.\* During the process of sonication of a benzene solution, we observed its gradual clouding, and the appearance of the specific odor of phenol alcohols. This enabled us to assume that phenol condensed with formaldehyde.

An acidified solution of benzene (volume 300 ml) with a concentration of 500 mg/liter was subjected to the action of ultrasound at an intensity of the order of 4-5 watts/cm<sup>2</sup>. During the process of sonication, which lasted for ~5 hours, benzene was supplementarily introduced into the reaction vessel twice in small doses. The temperature was kept in the range ~40-42°. The experiment confirmed our hypotheses. After the sonicated solution was allowed to stand at 60°, a resin precipitated.

The results of the investigations conducted and an acquaintance with the literature data enabled us to outline the following scheme of the process of decomposition of the benzene ring under the action of

---

\* Formaldehyde and phenol hydroxyls were also found in the experiments of [1].

Table 2

Key to Table 2:

1. Volume of sonicated solution, ml
2. Intensity of sound, watts/cm<sup>2</sup>
3. Duration of sonication, hrs
4. Benzene concentration in solution, mg/liter
5. Determined after sonication, mg/liter
6. Formaldehyde
7. Phenol
8. Pyrocatechol
9. Pyrogallol
10. Hydroquinone
11. Traces

ultrasonic vibrations (Fig. 4).

Fig. 4. Key: 1) decomposition products.

The oxidation of phenol, in our opinion, is caused mainly by the action of free radicals, formed as a result of the decomposition of water molecules under the action of ultrasonic vibrations.



## CONCLUSIONS

1. The sonication of aqueous solutions of benzene and phenol leads to the decomposition of the benzene ring. On the one hand, there is a successive oxidation of the ring, leading to the formation of phenol, polyatomic phenols (pyrocatechol, pyrogallol, hydroquinone), quinones, and ultimately unsaturated acids. On the other hand, a direct decomposition of the benzene molecule occurs, forming formaldehyde. The latter, condensing with phenol under definite conditions, forms phenol-formaldehyde resins.

2. Prolonged sonication of aqueous solutions of phenol in strongly acid medium leads to the formation of small amounts of mononitrophenols.

3. The decomposition of phenol proceeds to the same degree in acid, neutral, and weakly alkaline media. A strongly alkaline medium produces a considerable deceleration of the process.

4. The decomposition of phenol depends on its initial concentration in solution. Under the same physical conditions of the experiment, the amount of oxidized phenol increases with increasing concentration to a definite limit, above which an increase in it has no effect on the rate of the process.

5. The decomposition of phenol depends on the vibrational intensity. As the latter is increased, the rate of the process increases.

VODGEO

Received 11 March 1961

## BIBLIOGRAPHY

1. M. A. Khenokh and Ye. M. Lapinskaya, Zh. Obshchey Khimii (Journal of General Chemistry), **26**, 2439, 1956.
2. I. G. Polotskiy, Zh. Obshchey Khimii, **17**, 649, 1947.
3. J. Virtanen, W. Ellfolk, J. Amer. Chem. Soc., **72**, 1046, 1950.
4. B. Robert, Bull. Soc., Chim. Biol., **37**, 911, 1955.
5. A. V. Topchiyev, Nitrovaniye Uglevodorodov i Drugikh Organicheskikh Soyedineniy (Nitration of Hydrocarbons and Other Organic Compounds), Publishing House, 1949.
6. A. N. Rybnikova, Vodosnabzheniye i Sanitarnaya Tekhnika (Water Supply and Sanitation Engineering), No. 2-3, 1940.
7. G. Meyer, Analiz i Opredeleniye Organicheskikh Soyedineniy (Analysis and Determination of Organic Compounds), Publishing House, 1937.
8. V. T. Ruff, O. I. Martynova, Vodosnabzheniye i Sanitarnaya Tekhnika, No. 2-3, 1940.
9. P. Karrer, Lehrbuch der Organische Chemi, 1959.
10. A. Ye. Chichibabin, Osnovnyye Nachela Organicheskoy Khimii (Basic Principles of Organic Chemistry), 1957.
11. Beilstein, Handbuch der Organische Chemie, Publishing House, 1942.

## ОКИСЛЕНИЕ ФЕНОЛА В ПОЛЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН

Ю. Ю. Турье, П. Ф. Кандас и А. А. Мокина

Применяемые методы очистки многих видов сточных вод промышленными предприятиями нередко нерентабельны. Это вызывает необходимость изыскивать новые способы очистки.

Целесообразно испытать применение ультразвуковых колебаний в области очистки промышленных сточных вод.

Влияние ультразвуковых колебаний на водные растворы фенола изучалось [4], однако полный анализ продуктов распада его не производился.

В наших исследованиях мы применили ультразвуковую установку, состоящую из высокочастотного лампового генератора мощностью 4500 мквт и ультразвукового сосуда с пьезокварцевым излучателем. Частота колебаний составляла 800 кГц. Действию ультразвуковых колебаний при различных физических условиях опыта подвергались водные растворы фенола с концентрацией 25–300 мг/л. Для поддержания необходимого рН добавлялись буферные растворы, устойчивость которых к действию колебаний была предварительно проверена.

Известно, что действие ультразвуковых колебаний на воду, содержащую растворенный воздух, приводит к образованию в ней азотистой и азотной кислот [2, 3]. Хотя концентрация этих кислот относительно низка и при длительном воздействии колебаний, но при этом могли образоваться продукты нитрования, так как, по данным [4], при озвучивании воды насыщенным бензолом в ней образуется нитробензол. Следовательно, если нитруется бензол, тем более должен нитроваться фенол. Процессу нитрования фенола должна способствовать образующаяся азотистая кислота, каталитическое действие которой доказано [5]. Известно [1], что при озвучивании наблюдается включение OH-группы в бензольное ядро, в результате чего образуется фенол. Отсюда естественно было ожидать, что действие ультразвуковых колебаний на водный раствор фенола может привести к образованию многотомных фенолов.

Первые исследования показали, что при озвучивании имеет место окисление фенола, которое приводит к образованию пирокатахина, пиросалата и следов гидрохинона. Резорпина обнаружено не было. Было установлено также, что в сильноокислой среде образуются небольшие количества моонитрофенолов.

Предварительные опыты по количественному определению продуктов окисления фенола показали, что материальный баланс далек от 100%. Всего удалось определить в среднем по двум опытам в пересчете на фенол 85,22 мг при исходной концентрации его в растворе 196 мг/л, что составило 88,7%.

Мы предполагали возможность образования и последующих продуктов окисления: дикинонов и непредельных кислот, частичной выдувки фенола из раствора [6] и образования формальдегида, который был обнаружен в работе [1]. Опыты по действию ультразвуковых колебаний как на водные растворы фенола, так и на первичные продукты его окисления показали следующее:

Уже после 15–20 мин. озвучивания при интенсивности 4 Вт/см<sup>2</sup> (объем 400 мл) раствора гидрохинона с концентрацией 25 мг/л наблюдалось 30–

относительное окрашивание, характерное для свежеприготовленного раствора  $\beta$ -хинона. Качественная реакция [7] показала его присутствие. Концентрация  $\beta$ -хинона в растворе после часового периода действия ультразвуковых колебаний составила  $4,7 \text{ мг/л}$ . Озвучивание в этих условиях раствора пирокатахина той же концентрации приводило также к достаточно быстрому его окислению. Остаточное количество его составило  $11 \text{ мг/л}$ , что соответствует 56% - ному окислению. При этом было определено  $6,45 \text{ мг/л}$   $\beta$ -хинона. При исследовании озвученного в течение 1 часа при интенсивности  $4 \text{ атм/см}^2$  фенольного раствора с концентрацией  $48 \text{ мг/л}$  (объем 400  $\text{мл}$ ) было найдено небольшое количество  $\beta$ -хинона.

Таблица 1

Объем озвучиваемого раствора, мл	Время озвучивания, мин	Концентрация фенола, мг/л	Концентрация пирокатахина, мг/л	Концентрация $\beta$ -хинона, мг/л	Определено после озвучивания, мг/л					В пересчете на фенол, мг/л								
					Фенол	пирокатахин	пирогаллол	$\beta$ -хинон	Сумма	Фенол	пирокатахин	пирогаллол	$\beta$ -хинон	Сумма				
350	1	40	96	80	71	7	20	5	3	1	25	Следы	Следы	6,45	3,13	1,40	0,17	95,15

Примечание: исходная концентрация фенола 48 мг/л. Озвучивание проводилось в закрытом сосуде.

следы  $\beta$ -хинона и формальдегида. При длительной экспозиции в ультразвуковом поле концентрированного раствора пирокатахина удалось получить кристаллы муконовой кислоты. Для установления выдуваемости фенола был поставлен опыт в закрытом сосуде, отвод из верхней части которого погружался в поглотительный раствор. В качестве последнего служил 0,1 N NaOH. Исследования показали, что под влиянием ультразвуковых колебаний происходит незначительная выдувка фенола, концентрация которого в поглотительном растворе после 45 мин составила  $0,34 \text{ мг/л}$ . Озвучивался раствор фенола с концентрацией  $96 \text{ мг/л}$  при интенсивности  $4 \text{ атм/см}^2$ , объем раствора составлял 350  $\text{мл}$ . Результаты количественного определения продуктов окисления фенола представлены в табл. 1, из которой видно, что общее количество веществ в пересчете на фенол, без учета продуктов окисления пирогаллола и  $\beta$ -хинона, составило  $91,78 \text{ мг/л}$ , или 95,5% от исходного фенола.

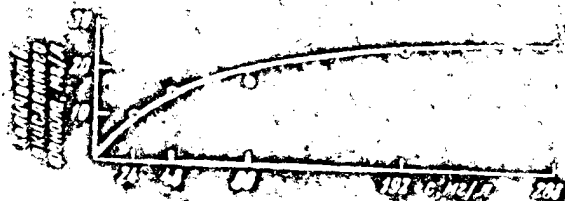
Кривые рис. 1 иллюстрируют кинетику процесса окисления фенола, при котором первичные продукты окисления — многоатомные фенолы — претерпевают дальнейшие превращения. В то время как концентрация фенола с увеличением продолжительности озвучивания непрерывно уменьшается, количество многоатомных фенолов растет лишь в первый период и после достижения максимума падает. Одновременно наблюдается постепенное увеличение концентрации  $\beta$ -хинона. При более длительном воздействии ультразвуковых колебаний кривая изменения концентрации  $\beta$ -хинона примет, вероятно, вид аналогичный кривым многоатомных фенолов.

В то время как концентрация фенола с увеличением продолжительности озвучивания непрерывно уменьшается, количество многоатомных фенолов растет лишь в первый период и после достижения максимума падает. Одновременно наблюдается постепенное увеличение концентрации  $\beta$ -хинона. При более длительном воздействии ультразвуковых колебаний кривая изменения концентрации  $\beta$ -хинона примет, вероятно, вид аналогичный кривым многоатомных фенолов.

В то время как концентрация фенола с увеличением продолжительности озвучивания непрерывно уменьшается, количество многоатомных фенолов растет лишь в первый период и после достижения максимума падает. Одновременно наблюдается постепенное увеличение концентрации  $\beta$ -хинона. При более длительном воздействии ультразвуковых колебаний кривая изменения концентрации  $\beta$ -хинона примет, вероятно, вид аналогичный кривым многоатомных фенолов.

Ю. Муратов, Ф. Калашникова, А. Мочалов

на путь определения оптимальных условий окисления фенола было изучено влияние на процесс среды исходной концентрации фенола, интенсивности колебаний и продолжительности озвучивания. Распад фенола в большом диапазоне значений pH не зависит от реакции среды. При изменении pH в пределах 3-9 практически получен одинаковый эффект окисления. Только в сильнощелочной среде наблюдается значительное замедление процесса. Аналогичная картина наблюдалась в опытах при окислении фенола изотермом воздухом [8].



Зависимость процесса окисления концентрации фенола в растворе. Объем раствора 400 мл. Интенсивность ультразвука 40 Вт. Продолжительность озвучивания 3 мин.

на скорости протекания процесса не сказывается. Кривые рис. 3 показывают, что с увеличением интенсивности колебаний скорость окисления возрастает. Если при 2-часовом периоде воздействия колебаний на раствор фенола с концентрацией 48 г/л при интенсивности 7 Вт/см<sup>2</sup> окислено 98,1%, то при интенсивности 4 Вт/см<sup>2</sup> за тот же период окиснилось только 73,6% фенола. С уменьшением содержания фенола в растворе скорость процесса распада падает. Меньше количество фенола, остающееся в растворе после продолжительного воздействия колебаний окисляется значительно труднее.

Для получения общего представления об влиянии ультразвуковых колебаний

на простейшие ароматические углеводороды мы дополнили наши исследования наборным числом опытов, в которых действию ультразвука подвергся водный раствор бензола. Как видно из представленных в табл. 2 данных, наряду с формальдегидом в значительных количествах мы определили также фенол, пирогаллол, пирокатехин.



Рис. 3. Зависимость процесса окисления фенола от продолжительности озвучивания при различных интенсивностях: 1 - 4 Вт/см<sup>2</sup>; 2 - 7 Вт/см<sup>2</sup>; 3 - 10 Вт/см<sup>2</sup>. Концентрация фенола в растворе 48 г/л, объем раствора 400 мл.

Объем раствора, мл	Интенсивность колебаний, Вт/см <sup>2</sup>	Время озвучивания, мин	Концентрация фенола в растворе, г/л	Определено после озвучивания, г/л				
				Формальдегид	Фенол	Пирогаллол	Пирокатехин	Степни
400	4-5	3	200	7,2	8,80	7,50	15,1	Степни

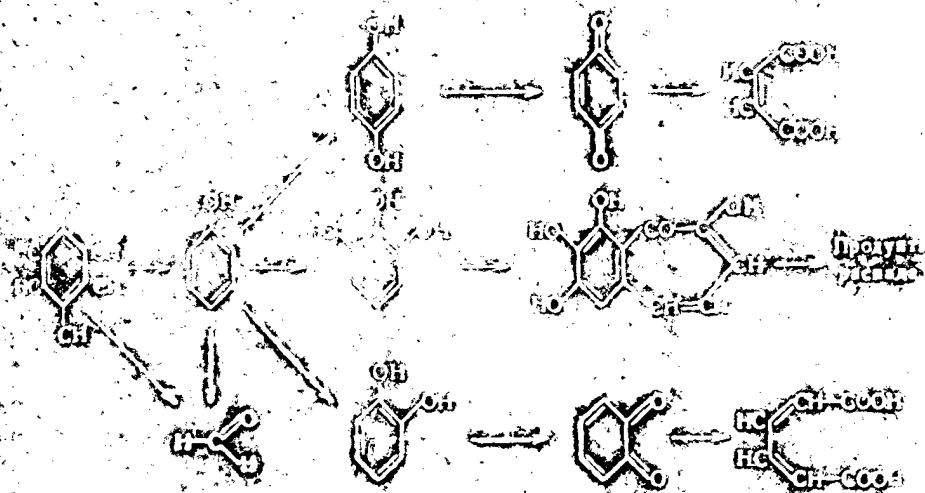
В процессе озвучивания бензольного раствора наблюдалось постепенное его помутнение, появление специфического запаха фенолоспиртов. Это позволило предположить, что фенол конденсировался с формальдегидом.

Формальдегид и фенольные гидроксилы были найдены и в опытах [4].

Действие ультразвука при интенсивности порядка  $4-5 \text{ ст./см.}^2$  был подвергнут подкисленный раствор бензола (объем 300 мл) с концентрацией 50%. В процессе озвучивания, который длился ~5 час, в реакционный сосуд дважды небольшими порциями дополнительно вводился бензол. Температура поддерживалась в пределах  $40-42^\circ \text{C}$ . Опыт подтвердил наши предположения. После окончания при 60 озвученного раствора выпала осадка.

Результаты проведенных исследований и сравнение с литературными данными позволяют нам предложить следующую схему процесса распада бензольного ядра под действием ультразвуковых колебаний (рис. 4).

Окисление фенола по нашему мнению вызывается главным образом действием свободных радикалов, образующихся в результате распада молекул воды под действием ультразвуковых колебаний.



#### Выводы

1. Озвучивание водных растворов бензола и фенола приводит к распаду бензольного кольца. С одной стороны, имеет место последовательное окисление кольца, которое приводит к образованию фенола, многоатомных фенолов (пирокатехин, пирогаллол, гидрохинон), хинонов, в конечном счете неперелетных кислот. С другой стороны, происходит непосредственный распад молекулы бензола с образованием формальдегида. Последний конденсируется при определенных условиях с фенолом, образуя фенол-формальдегидные смолы.

2. Длительное озвучивание водных растворов фенола в слабнокислой среде приводит к образованию небольших количеств моонитрофенолов.

3. Распад фенола в одинаковой степени протекает в кислой, нейтральной и слабощелочной средах. Сильнощелочная среда вызывает значительное замедление процесса.

4. Распад фенола зависит от исходной концентрации его в растворе. При одних и тех же физических условиях опыта количество окисленного фенола растет с увеличением концентрации до определенного предела, выше которого повышение ее не оказывает влияния на скорость протекания процесса.

5. Распад фенола зависит от интенсивности колебаний. С повышением последней скорость процесса возрастает.

В. Д. ГЕО

Получено  
11. III. 1961



For the Division of Chemical Sciences, U.S. Department of Energy

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

1. A. K. Kozlov, *Zh. Obshch. Khim.* 28, 261 (1954).
2. A. Kozlov, *Zh. Obshch. Khim.* 17, 919 (1947).
3. A. Kozlov, *Wiley Interscience, J. Amer. Chem. Soc.* 72, 4649 (1950).
4. V. Kozlov, *Bull. Soc. Chim. Phys.* 27, 91 (1955).
5. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
6. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
7. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
8. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
9. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
10. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
11. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
12. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
13. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
14. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
15. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
16. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
17. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
18. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
19. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).
20. A. K. Kozlov, *Usp. Khim.* 24, 100 (1955).

## OXIDATION OF PHENOL IN THE FIELD OF ULTRASONIC WAVES

By Ye. L. Lurie, P. F. Kozlov, and A. K. Kozlov, Moscow

(Soviet Union)

The present work is part of an investigation into the possibility and feasibility of utilizing ultrasonic vibrations for the purification of industrial waste waters. A study has been made of the effect of ultrasonic waves on aqueous solutions of phenol and benzene. Based on the results a scheme has been presented for the breakdown of the benzene ring in the ultrasonic field. Relationships in the oxidation of phenol, depending upon various conditions have been established.